

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 10-217988

(43)Date of publication of application : 18.08.1998

(51)Int.CI.

B62D 5/04  
B62D 6/00  
// B62D113:00  
B62D119:00  
B62D121:00

(21)Application number : 09-025425

(71)Applicant : TOYOTA MOTOR CORP

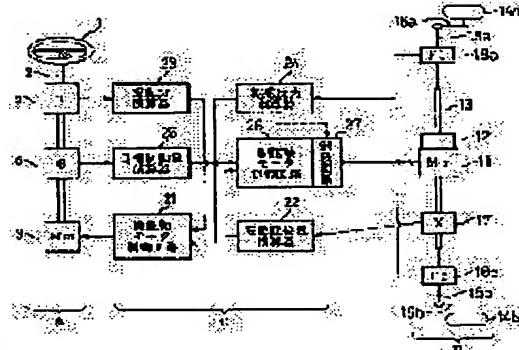
(22)Date of filing : 07.02.1997

(72)Inventor : KAWAGUCHI YUTAKA

## (54) STEERING CONTROLLER

### (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To prevent the flow of excessive drive currents for a steering shaft motor to prevent the overheating of the motor by limiting output of a drive motor based on the results of the detection on a side where shaft force is small when a deviation in shaft force detected by a pair of shaft force detection means, respectively, is out of a predetermined scope.  
**SOLUTION:** When steering a vehicle, steering reaction force F1 of a steering reaction force sensor 18a on a steering travelling wheel 14a side becomes a sufficiently large value when compared with steering reaction force F2 of a steering reaction force sensor 18b on a steering travelling wheel 14b side, if the directional steering travelling wheel 14a is in contact with a curb, etc. In this case, a deviation in detected values of two steering reaction force sensors 18a, 18b is out of a predetermined scope in a limiting circuit 27. If this condition continues for a fixed period of time, a steering control signal corresponding to F2 is output for steering reaction force having smaller absolute value of both steering reaction force by making a control displacement amount Ms of a steering shaft motor 11 equal to F2 so that output torque 11 becomes equal in order to prevent the overheating of the steering shaft motor 11.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 29.11.2001

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 操舵ハンドルの回動に連動して転舵輪を転舵させると共に、転舵反力に応じた操舵反力を前記操舵ハンドルに付与する操舵制御装置において、前記操舵ハンドルに連結された操舵軸の回転角を検出する操舵角検出手段と、前記操舵角検出手段の検出結果をもとに、転舵制御の目標となる目標制御量を演算する目標制御量演算手段と、前記操舵軸と機械的に分離され、両側に前記転舵輪が連結された転舵手段と、前記各転舵輪から前記転舵手段に付与される軸力を検出する一対の軸力検出手段と、前記転舵手段を駆動する駆動モータと、前記転舵輪の転舵量が前記目標制御量となるように前記駆動モータを制御する転舵制御手段と、前記一対の軸力検出手段でそれぞれ検出された軸力の偏差が所定範囲外の場合に、軸力が小さい側の検出結果に基づいて、前記駆動モータの出力を制限する制限手段とを備える操舵制御装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、操舵ハンドルの回動に応じて転舵輪を転舵させる操舵制御装置に関するもので、特に、操舵ハンドルに結合した操舵軸と転舵輪を転舵させる転舵機構とが機械的に分離され、これらの連結機構を電気的制御装置で置換した操舵制御装置に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】このような操舵制御装置の一例を図3に示す(特公平6-98931)。操舵ハンドル120を取り付けた操舵軸121には操舵軸モータ122が設けられており、操舵軸モータ122によって操舵軸121を回転駆動することで操舵ハンドル120に操舵反力が付与される。また、転舵軸モータ130によって転舵軸132が回転駆動されると転舵軸先端のピニオン131と歯合したラック軸134が軸方向に沿って変位され、このラック軸134に連動して転舵輪133が転舵される。このとき、転舵変位量センサ137で検出される転舵量が、操舵角センサ123の検出結果を基に操舵変位量演算器144で演算された目標制御量と一致するように、転舵軸モータ制御回路141によって転舵軸モータ130が駆動制御される。

## 【0003】

【発明が解決しようとする課題】従来の操舵制御は、概ねこのようになされている。しかし、例えば一方の転舵輪133が縁石等に当接している状況で、さらにこの方向に車両を転舵しようと、運転者が継続して操舵ハンドル120を操作した場合には、操舵変位量演算器144の演算結果を受けた転舵軸モータ制御回路141から転舵軸モータ130に駆動信号が出力され続ける。このため、転舵軸モータ130には過大な駆動電流が供給さ

れ、その結果、モータが過熱するおそれがあった。

【0004】本発明は、このような課題を解決すべくなされたものであり、その目的は、転舵軸モータに対して過大な駆動電流が流れる事態を防止し、モータの過熱を防止し得る操舵制御装置を提供することにある。

## 【0005】

【課題を解決するための手段】そこで、本発明にかかる操舵制御装置は、操舵ハンドルの回動に連動して転舵輪を転舵させると共に、転舵反力に応じた操舵反力を操舵ハンドルに付与する操舵制御装置において、操舵ハンドルに連結された操舵軸の回転角を検出する操舵角検出手段と、操舵角検出手段の検出結果をもとに、転舵制御の目標となる目標制御量を演算する目標制御量演算手段と、操舵軸と機械的に分離され、両側に転舵輪が連結された転舵手段と、各転舵輪から転舵手段に付与される軸力を検出する一対の軸力検出手段と、転舵手段を駆動する駆動モータと、転舵輪の転舵量が前記目標制御量となるように駆動モータを制御する転舵制御手段と、一対の軸力検出手段でそれぞれ検出された軸力の偏差が所定範囲外の場合に、軸力が小さい側の検出結果に基づいて、駆動モータの出力を制限する制限手段とを備えて構成する。

【0006】正常作動の場合、両側の転舵輪からそれぞれ転舵手段に付与される軸力(絶対値)の大きさはほぼ等しいが、一方の転舵輪が縁石等に当接している場合には、この転舵輪から付与される軸力は、他方の転舵輪から付与される軸力に比べて十分に大きくなる。そこで、制限手段では、両側の転舵輪から転舵手段に付与される軸力の偏差が一定の範囲を越えた場合には、一方の転舵輪が縁石等に当接していると判断し、検出された小さい側の軸力に対応するモータ出力となるように駆動モータの出力を制限する。これにより、駆動モータに過大な駆動電流が流れ続ける事態を防止できる。

## 【0007】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施形態につき、添付図面を参照して説明する。

【0008】図1に、本実施形態にかかる操舵制御装置の構成を概略的に示す。この操舵制御装置は、運転者が操作するマスタ部A、車輪を操向させるスレーブ部B、及び、マスタ部Aとスレーブ部Bとを電気的に制御する制御部Cで構成される。

【0009】マスタ部Aは、操舵ハンドル1が取り付けられた操舵軸2と、操舵軸2を回転駆動する操舵軸モータ3とを備えると共に、操舵軸2には、操舵軸2の操舵角θを検出するための操舵角センサ4、及び、操舵力を検出するための操舵力センサ5を設けている。

【0010】スレーブ部Bは、転舵軸13を変位駆動する際の駆動源となる転舵軸モータ11を備えており、この転舵軸モータ11と転舵軸13との間には、転舵軸モータ11の回転運動を直線運動に変換して転舵軸13を

軸方向に変位させる変換器12を設けている。転舵軸13の両端は、それぞれタイロッド15a, 15b及びナックルアーム16a, 16bを介して操向車輪14a, 14bに各々接続されており、転舵軸13が軸方向に沿って変位することで、その変位量及び変位方向に応じて、各操向車輪14a, 14bの転舵がなされる機構となっている。タイロッド15a, 15bには、左右の操向車輪14a, 14bからそれぞれタイロッド15a, 15bに付与される軸力（転舵反力）を検出する転舵反力センサ18a, 18bがそれぞれ取り付けられている。また、転舵軸13には、この転舵軸13の変位量を検出する転舵変位量センサ17が設けられており、転舵軸13の変位量を転舵変位量センサ17で検出することで、操向車輪14a, 14bの実転舵量が検知できる。

【0011】制御部Cは、操舵軸モータ3の駆動制御を行う操舵軸モータ制御回路21、転舵軸モータ11の駆動制御を行う転舵軸モータ制御回路26を備えており、各演算器から与えられる演算結果などをもとに、両モータの駆動制御を実施する。

【0012】操舵軸モータ制御回路21には、操舵力演算器23及び転舵反力演算器24の演算結果が与えられる。操舵力演算器23は、操舵力センサ5の検出結果をもとに操舵軸2に付与された操舵力Tを演算すると共に、操舵力Tが付与された方向に操舵軸2を回転させるための制御量aT（aは操舵力ギヤ比に相当する係数）を演算する。転舵反力演算器24は、転舵反力センサ18a, 18bの検出結果F1, F2をもとに、 $F = (F_1 + F_2) / 2$ として、転舵軸13に付与された転舵反力Fを演算する。操舵軸モータ制御回路21は、これら操舵力演算器23と転舵反力演算器24との演算結果をもとに、操舵軸2の回転制御量Mmを下記の（1）式によって算出し、回転制御量Mmに応じた反力制御信号を操舵軸モータ3に出力する。なお、（1）式中、Gmは出力信号のゲインを示すゲイン係数である。

【0013】

$$M_m = G_m \cdot (aT - F) \quad \dots (1)$$

転舵軸モータ制御回路26には、転舵変位量演算器22と目標制御量演算器25との演算結果が与えられる。転舵変位量演算器22は、転舵変位量センサ17の検出結果をもとに転舵軸13の変位量を転舵変位量Xとして求めると共に、転舵変位量Xに比例する制御量bX（bは操舵変位ギヤ比に相当する係数）を出力する。目標制御量演算器25は、操舵角センサ4で検出された操舵角θから、転舵制御、すなわち操舵角に対応するように操向車輪14a, 14bを転舵させる際の目標となる目標制御量θを演算する。転舵軸モータ制御回路26は、これら転舵変位量演算器22及び目標制御量演算器25の演算結果に基づき、操向車輪14a, 14bの転舵量が目標制御量θとなるように転舵軸モータ11の駆動制御を行う。すなわち、転舵軸13の制御変位量Msを下記の

（2）式によって算出し、制御変位量Msに応じた転舵制御信号を転舵軸モータ11に出力する。なお、（2）式中、Gsは転舵制御信号のゲインを示すゲイン係数である。

【0014】

$$Ms = G_s \cdot (\theta - bX) \quad \dots (2)$$

また、転舵軸モータ制御回路26は、転舵軸モータ11の出力を制限する制限回路27を備えている。制限回路27は、転舵反力演算器24から与えられる転舵反力センサ18a, 18bの検出結果F1, F2に基づいて、操向車輪14a, 14bのいずれかが縁石等に当接していないかを判断する。転舵が正常になされている状況では、2つの転舵反力センサ18a, 18bの検出結果には、引っ張り側と圧縮側でセンサの出力値に極性の違いはあるものの、その絶対値には大きな差は生じない。一方、転舵がなされた際、例えば操向車輪14aが縁石等に当接していると、操向車輪14a側の転舵反力センサ18aから検出される転舵反力F1が、操向車輪14b側の転舵反力センサ18bから検出される転舵反力F2に比べて十分に大きな値となる。このような場合、さらにこの方向に車両を転舵させようと運転者が操舵ハンドル1を継続して操作すると、この間、転舵軸モータ11に過大な駆動電流が流れ続け、転舵軸モータ11が過熱するおそれがある。そこで、制限回路27では、2つの転舵反力センサ18a, 18bの検出値の偏差が所定範囲外となって、その状態が一定時間持続した場合に、検出された両転舵反力のうち、その絶対値が小さい側の転舵反力に等しい出力トルクとなるように、転舵軸モータ11の出力を制限する。具体的に上記の例では、（2）式を算出することなく制御変位量MsをF2とし、F2に応じた転舵制御信号を転舵軸モータ11に出力して、転舵軸モータ11の出力トルクをF2に抑え、転舵軸モータ11の過熱を防止する。

【0015】ここで、このように構成される操舵制御装置の動作を概略的に説明する。車両が直進している状態から操舵ハンドル1が回転されこのとき演算された目標制御量がθであるとすると、式（2）により制御変位量Msが生じ、検出された転舵反力F1, F2の偏差が所定範囲内であれば、転舵軸モータ制御回路26からは、制御変位量Msに応じた転舵制御信号が出力される。また、検出された転舵反力F1, F2の偏差が所定範囲外の場合には、その絶対値が小さい側の転舵反力に応じた転舵制御信号が制限回路27から出力される。

【0016】この転舵制御信号を受けて転舵軸モータ11が作動し、転舵軸13が変位して操向車輪14a, 14bが転舵される。この操向車輪14a, 14bの実転舵量に対応する転舵変位量Xが転舵変位量演算器22を介して転舵軸モータ制御回路26に与えられ、前出の（2）式に基づいて転舵軸モータ11のフィードバック制御がなされる。そして、 $\theta = bX$ となった時点で転舵

軸モータ11の動作が停止する。

【0017】一方、操向車輪14a、14bが転舵されると転舵反力F1、F2が発生するため、操舵軸モータ制御回路21には、このF1、F2から得られる転舵反力Fと操舵力Tに応じた制御量aTとが与えられ、前出の(1)式に基づいて操舵軸モータ3の駆動制御、すなわち操舵軸2に与えられる反力制御がなされる。そして、 $aT = F$ となった時点で操舵軸モータ3の動作が停止する。

【0018】この後、この反力を上回る操舵力Tで操舵ハンドル1を回すと、操舵軸2の回転角が増加するため目標制御量θも増加する。このため、(2)式における制御変位量Msが増加して転舵軸モータ11により転舵軸13が変位駆動される。転舵軸13が変位すると転舵反力Fが増大するため、(1)式における回転制御量Mmが変化して、操舵反力が増大するように操舵軸モータ3が再び回転駆動される。この動作の繰り返しにより、操舵ハンドル1の舵角に対応した操向車輪14a、14bの転舵角が得られると共に、転舵反力に応じた操舵反力が得られる。なお、操舵ハンドル1を戻す際にも同様に、操舵ハンドル1の戻し回転角に対応して操向車輪14a、14bの転舵角が追従すると共に、操舵ハンドル1の操舵力Tも転舵反力Fに対応して減少する。

【0019】このようにして操舵制御が継続されるが、ここで制御部Cで行われる具体的な操舵制御処理を、図2のフローチャートをもとに説明する。なお、この制御処理は、イグニションスイッチがオンされることで開始され、所定時間毎(例えば、2 msec.)に実行される。

【0020】まず、ステップ100(以下、「ステップ」を「S」と記す)において、予めROMに記憶された係数a(操舵力ギヤ比に相当する係数)、係数b(操舵変位ギヤ比に相当する係数)、Gm及びGsが読み込まれ、初期設定がなされる。

【0021】続くS102において、操舵角θに対応する目標制御量θ、操向車輪の14a、14bの転舵角に対応する転舵変位量X、操舵力演算器23で演算された操舵力T及び転舵反力演算器24に与えられる転舵反力F1、F2がそれぞれ読み込まれる。

【0022】続くS104では、読み込まれた転舵反力F1とF2との偏差が所定範囲A内にあるか否かを判断する。このS104では、 $\|F1 - F2\| \leq A$ として、各センサで検出された転舵反力F1、F2の絶対値同士の差をとり、さらにこの差の絶対値をとっているが、これは各センサ18a、18bの出力値の極性が引っ張り側と圧縮側では相異するため、このセンサ出力値の極性を考慮したものである。S104において、転舵反力F1とF2との偏差が所定範囲A内にあれば(S104で「Yes」)、S106に進む。

【0023】S106では、タイマーのカウント値tがリセットされる。このタイマーは、転舵反力F1とF2

との偏差が所定範囲A外となった場合に、その持続時間をカウントするタイマーである。

【0024】続くS108では、S100及びS102で読み込まれた各値を用いて、前出の(2)式により制御変位量Msを演算する。

【0025】続くS110では、転舵反力F1とF2をもとに、操舵軸モータ制御回路21へ与える転舵反力Fを $F = (F1 + F2) / 2$ として演算し、S112では、S100及びS102で読み込まれた各値とS110で演算したFとをもとに、前出の(1)式により回転制御量Mmを演算する。

【0026】そして、S114において、S108で演算した制御変位量Msに応じた転舵制御信号を操舵軸モータ11に出力すると共に、S112で演算した回転制御量Mmに応じた反力制御信号を操舵軸モータ3に出力する。

【0027】一方、S104において、転舵反力F1とF2との偏差が所定範囲A外の場合には(S104で「No」)、転舵制御信号の制限処理に移り、S116に進んでタイマーのカウント値tをインクリメントする。

【0028】続くS118では、インクリメントされたカウント値tの値を予め設定された所定値tsと比較する。この所定値tsは、制限処理を開始するタイミングを規定する値であり、転舵反力F1とF2との偏差が所定範囲A外となった持続時間がtsを超えた場合に、実際に転舵制御信号を制限する処理に移る。タイマーのカウント値tがts以下の場合(S118で「No」)には、転舵反力F1とF2との偏差が所定範囲A外となっているが、制限処理を開始するタイミングに満たないため、S108以降で行われる通常の操舵制御に移る。

【0029】一方、タイマーのカウント値tがtsを超えた場合(S118で「Yes」)にはS120に移り、転舵反力F1とF2との大きさ(絶対値)を比較し、いずれの側で転舵異常が発生しているかを判断する。前述したように、転舵反力が大である側で縁石に当接するなどの転舵異常が発生している。例えば、転舵反力F1が大であれば(S120で「Yes」)、操向車輪14a側で転舵異常が発生しており、この場合には、(2)式を算出することなく制御変位量Msをもう一方の転舵反力F2に設定する(S122)。また、転舵反力F2が大であれば(S120で「No」)、操向車輪14b側で転舵異常が発生しており、この場合には、(2)式を算出することなく制御変位量Msをもう一方の転舵反力F1に設定する(S124)。

【0030】そして、S126に移り、転舵異常の発生を知らせる警報を発すると共にウォーニングランプを点灯させるなどして、運転者にその旨を知らせる警報処理を行う。

【0031】以降の処理はS110に移って、前述した

ように、F1とF2からFを求め、S112で(1)式によって回転制御量Mmを演算する。そして、S114では、S112或いはS114で設定された制御変位量Msに応じた転舵制御信号を転舵軸モータ11に出力すると共に、S112で演算した回転制御量Mmに応じた反力制御信号を操舵軸モータ3に出力する。

【0032】以上説明した実施形態では、転舵変位量センサ17の出力をフィードバックすることにより転舵軸モータ11の駆動制御を行う場合を例示したが、このようなフィードバック制御が行われる場合に限定するものではない。例えば、転舵軸モータ11をステップモータで構成し、このステップモータの回転量を目標制御量 $\theta$ に応じて算出し、この算出結果に基づいてステップモータの回転を制御してもよく、このような場合には、フィードバック制御は不要となる。

[0033]

**【発明の効果】**以上説明したように、本発明にかかる操舵制御装置によれば、制限手段によって、軸力検出手段で検出された軸力の偏差が所定範囲外の場合に、軸力が大きい側に転舵異常が発生していると判断すると共に、軸力が小さい側の検出結果に基づいて、駆動モータの出

力を制限するので、縁石に当接する等の転舵異常が発生した場合にも、転舵軸モータに対して過大な駆動電流が流れ続ける事態を防止でき、モータの過熱を確実に防止することが可能となる。

### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施形態にかかる操舵制御装置の構成を示すブロック図である。

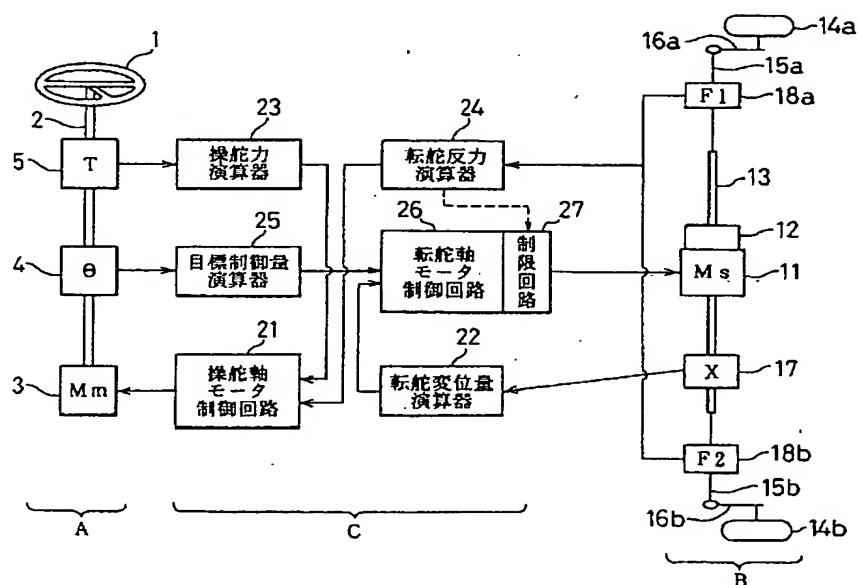
【図2】制御部で行われる操舵制御処理を示すフローチャートである。

【図3】従来の操舵制御装置を概略的に示す構成図である。

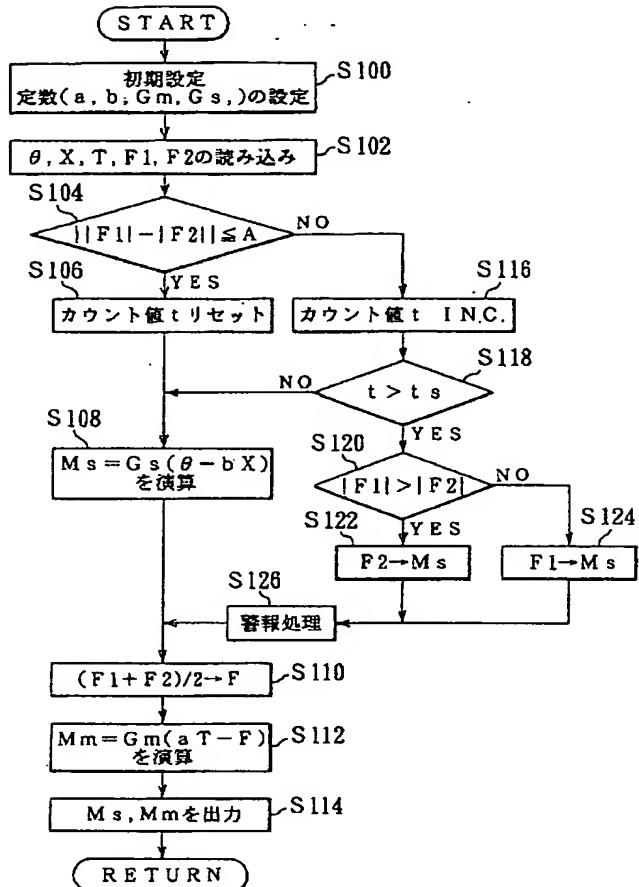
## 【符号の説明】

A…マスター部、B…スレーブ部、C…制御部、1…操舵ハンドル、2…操舵軸、3…操舵軸モータ、4…操舵角センサ、5…操舵力センサ、11…転舵軸モータ（駆動モータ）、13…転舵軸（転舵手段）、14a、14b…操向車輪（転舵輪）、18a、18b…転舵反力センサ（軸力検出手段）、25…目標制御量演算器、21…操舵軸モータ制御回路、26…転舵軸モータ制御回路（転舵制御手段）、27…制限回路（制限手段）。

[圖 1 ]



【図2】



【図3】

